

СОЈУЗ НА РУДАРСКИ И ГЕОЛОШКИ ИНЖЕНЕРИ  
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

# ВАРОВНИЧКА И ДОЛОМИТСКА СУРОВИНА ВО МАКЕДОНИЈА



РАБОТНА СРЕДБА  
ОХРИД 11-13 ЈУНИ 2004

**ВОЈО МИРЧОВСКИ  
ОРЦЕ СПАСОВСКИ**

## **ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ВО КАРБОНАТНИТЕ КАРПИ И НИВНОТО ИСКОРИСТУВАЊЕ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

### **АПСТРАКТ**

Карбонатните карпи (варовници, доломити и мермери) до извесен степен се растворливи во вода при што со текот на времето во нивната внатрешност се создаваат разни типови на шуплини во кои се акумулираат големи количини на подземна вода при што се создаваат карстни издани со слободно ниво или под притисок.

Овој тип на карпи на територијата на Република Македонија иако не зафаќаат поголем простор сепак тие во своите карстифицирани делови акумулираат значајни количини на подземна вода, која успешно се користи за водоснабдување на повеќе населени места како што се Скопје, Стар Дојран, Кавадарци и Неготино, Гостивар, Охрид, Крушево, Прилеп, Кичево и др.

Досегашните искуства кај нас и во светот покажуваат дека подземните води од карбонатните средини се најголем потенцијал за водоснабдување со чиста вода.

### **ABSTRACT**

Carbonate rocks (limestones, dolomites and marbles) are fairly soluble in which various vugs can be found. Large quantities of water accumulate in the vugs and karst type of aquifers is formed with free water table or under pressure.

This rock type does not occupy a large area of the Republic of Macedonia. However, large quantities of ground water have accumulated. They are used for the water supply of several urban areas such as Skopje, Star Dojran, Kavadarci, Negotino, Gostivar, Ohrid, Krusevo, Prilep and Kicevo.

Experiences gained so far indicate that carbonate ground waters offer the best possibilities for the supply of drinking water.

## ВОВЕД

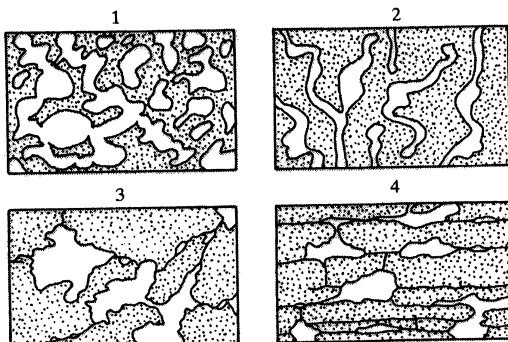
Карбонатните карпи (варовници, доломити и мермери) на територијата на Република Македонија немаат големо распростирање но сепак се јавуваат во одредени маси кои акумулираат значајни количини на подземни води. Овие подземни води акумулирани во карбонатните карстни терени успешно се користат за решавање на водоснабдувањето на поголем број на градови и населени места.

Во карстифицираните карбонатни карпи се формираат разбиен тип на издани кои се нарекуваат карстни издани. Карбонатните терени во кои има изразена карстификација се многу добри колектори на атмосферските талози и во нив се создаваат големи резерви на подземна вода. Од вкупните атмосферски талози кои паѓаат на карстните терени 80-90% понираат во подземјето а само 10 % отекуваат по површината или испаруваат.

## ПРОЦЕС НА КАРСТИФИКАЦИЈА

За акумулирање на големи количини на подземни води во карбонатните карпи голема улога има процесот на карстификација.

Карбонатните карпи (варовници, доломити и мермери) до извесен степен се растворливи во вода а многу по растворливи се во водата која содржи јаглероден диоксид. Атмосферската вода уште во атмосферата апсорбира извесна количина на јаглероден диоксид при што се создава јаглеродна киселина и паѓајќи на карбонатните карпи раствара еден дел од нив и во нив создаваат разни вдлабнувања односно се врши карстификација на карбонатните карпи. При оваа карстификација се создаваат разни типови на порозност кавернозна, сунѓе-раста и цреваста (Сл. 1), како и други видови на карстни облици во кои се акумулира подземната вода и се формираат карстните издани.



Сл. 1. Порозност кај карбонатните карпи  
1- сунѓе-раста; 2- цреваста; 3 и 4- кавернозна.

Интензитетот и длабочината на карстификацијата зависат од повеќе фактори меѓу кои најважни се:

- испуканоста, порозноста и пропусноста на карпите низ кои се движат атмосферските и површинските води.
- општата геолошко - структурна градба на рељефот и современите климатски фактори кои го убрзуваат или успоруваат процесот на карстификација и
- движењата на земјината кора кои го одредуваат развојот или успорувањето на процесот на карстификација.

Најинтензивни карстни процеси се случуваат во пукнатинските зони и тектонските раседи.

Растварачкото дејство на подземните води зависи од содржината на јаглеродната киселина во нив. Растварачката способност на подземните води со длабината обично се смалува, бидејќи поголем дел од агресивната јаглеродна киселина при своето движење се троши на растварање на карпите.

Степенот на карстификација со длабочината се смалува а исто така и степенот на оводнетоста.

## **КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРСТНИТЕ ИЗДАНИ**

Карстните издани можат да бидат издани со слободно ниво и издани под притисок и тие се карактеризираат со специфични свои особини.

Во карстните региони во план се издвојуваат три области и тоа:

- област на простирање на карстните издански води која може да се поклопува (откриен карст) или да не се поклопува (покриен карст) со површината на која се развиени карстифицираните карпи,
- област на хранење на карстните издани која одговара на површината на инфилтрација на атмосферските и површинските води и
- област на дренање на карстните издани која може да се наоѓа над и испод нивото на морето, односно може да биде субаерална и субмаринска.

Големите димензии на карстните канали, нивната меѓусебна поврзаност, големиот градиент и големата водопропустливост на површинските зони овозможуваат многу брзо полнење, но и брзо празнење на карстните издани.

Хранењето на карстните издани се врши директно со инфилтрација односно со понирање на површинските и атмосферските води вдолж на понорите и по проширените пукнатини. Прихранувањето е посебно обилно во пролетните периоди за време на топењето на снегот и ледот и за време на обилните атмосферски талози. Во сушните периоди нивото на изданот се наоѓа на голема длабочина испод површината на теренот, па дел од водата на својот пат до слободното ниво се губи за надокнадување на природната влажност во зоната на аерација.

Дренирањето на карстните издански води најчесто се врши преку големите карстни врела, а во одредени околности и во вид на читав низ на мали извори, распоредени вдолж речните токови и раседните линии или контакти со водонепропустните некарбонатни карпи. Многу се чести случаите да карстните води истечуваат преку големи врела кои се распоредени на најниските точки во рељефот на преминот од карстот во некарст, како што е случајот со изворот Рашче.

Слободното ниво на карстниот издан претставува една неkontинуирана површина за разлика од нивото на изданите од збиениот тип. Таа се добива кога се спојат сите нивои на вода во пукнатините и каверните од одреден систем. Нивото на изданите е наведнато кон зоната на истекување и тоа се колеба зависно од дотокот и оттекот на водата од изданот. При подигањето на нивото на изданот нагибот се зголемува што условува зголемување на хидростатичкиот притисок на долните водени маси и брзо движење на водата во карстот.

Движењето на водата во карстните издани во зоните каде има потполно заситување со вода е ламинарно а во зоната на аерација и во горните делови на зоната на заситување може да се образуваат и турбулентни на движење.

Режимот на карстните подземни води се карактеризира со големи колебања во издашноста и нивоата, што во целина е предизвикано со непостојаниот карактер на хранење и од големата брзина на филтрација.

Издашноста е доста променлива така да максималната и минималната издашност се разликуваат со повеќе десетина па и илјада пати. Многу карстни извори во рецесиониот период целосно пресушуваат. Издашноста на карстните врела често е голема и достигнува и до  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  па и повеќе.

## Хидродинамичка зоналност и еволуција на карстните издани

Рускиот истражувач Соколов (1962) во карстните региони издвојува четири хидродинамички зони, кои една од друга се разликуваат по условите на движење и по режимот на карстните издански води.

- Зона на аерација Во оваа зона има вертикално движење на водата која се инфилтрира или понира од површината.
- Зона на сезонско колебање на карстните издански води. Оваа зона во периодот на интензивно хранење при високи состојби на подземните води се спојува со долната зона, а во периодот на ниските состојби на нивото на подземните води со зоната на аерација. Движењето на подземните води во оваа зона при високи состојби на нивото на водата е хоризонтално а при ниски состојби вертикално надолу.
- Зона на потполно заситување. Се наоѓа во сферата на дренирачкото влијание на локалната хидрографска мрежа (локален ерозиони базис), која го пресекува карстниот масив. Движењето на подземните води во оваа

зона е усмерено во страните на речните долини. Базата на оваа зона се наоѓа под нивото на површинските води а движењето на водата во нејзината близина е усмерено нагоре.

- Зона на длабока циркулација. Тоа е најниската зона во карстот. Нејзината дебелина е одредена со структурно геолошката градба на областа, длабината на залегање на некарстните карпи и др.

Движењето на подземните води во оваа зона е многу успорено (см/год.) а исто така и водозамената и процесот на карстификација.

Карстните издани просторно и временски се во стална еволуција на својот развој бидејќи тие тежат своето ниво на зоната на истекување да го прилагодат на ерозиониот базис. Оваа тенденција ги усмерува карстните издански води кон најблискиот ерозионен базис. Штом го достигне, процесот се продолжува и понатаму доколку постои уште понизок (регионален) ерозионен базис.

## **КОРИСТЕЊЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ОД КАРБОНАТНИТЕ КАРПИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

Карбонатните карпи од вкупната површина на Република Македонија зафаќаат мал дел. Најмногу се застапени во западниот дел на Македонија помалку во централниот а најмалку во источниот. Тие се јавуваат во помали разбидени маси а поретко и во поголеми маси како што е случај со северниот дел на Пелагонскиот масив, Жеденскиот масив и масивот на планината Галичица. Во најголем дел се создавани во прекамбриум, палеозоик и мезозоик а во помал дел и во терциер.

Во Република Македонија подземните води од карстифицираните карбонатни карпи успешно се користат за водоснабдување на голем број на населени места.

**Скопје** во најголем дел своето водоснабдување го врши од врелото „Рашче“ (Сл.1). Тоа ги дренира подземните води на карстниот издан формиран во палеозоиските мермери на Жеденскиот масив.

**Гостивар** исто така своето водоснабдување го решава само со делумно каптирање на извориштето на реката Вардар. Оваа извориште извира од карстен издан формиран во палеозоиски мермери кои на површината се манифестираат со многу мала појава.

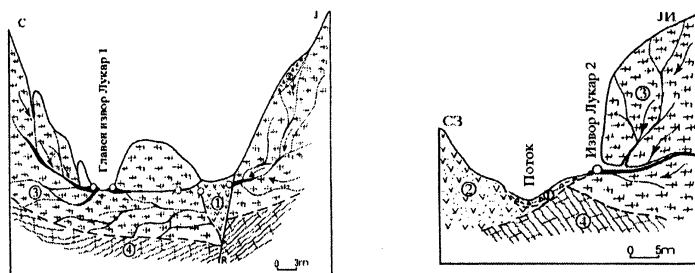
**Кавадарци и Неготино** и поголем број на селски населби со каптирање на карстните извори Лукар 1 и 2 и Косматец успешно го решаваат водоснабдувањето. Овие извори истекуваат од карстниот издан формиран во карстифицираните горнокредни варовници (Сл. 2).

Со каптирање на карстниот извор Студенчица со подземна брана непосредно под каптажата со изградба на регионален водовод од 70 км должина дол-

горочно е решен проблемот на водоснабдување на Кичево, Осломеј, Македонски Брод, Крушево, Прилеп и многу други селски населби. Карстниот издан е формиран во мермериризирани палеозоиски мермери (Сл. 3).

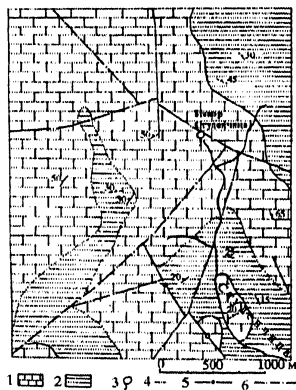


Сл. 1. Хидрогеолошки профил на врелото. Рашче. Кекиќ А. (1986).



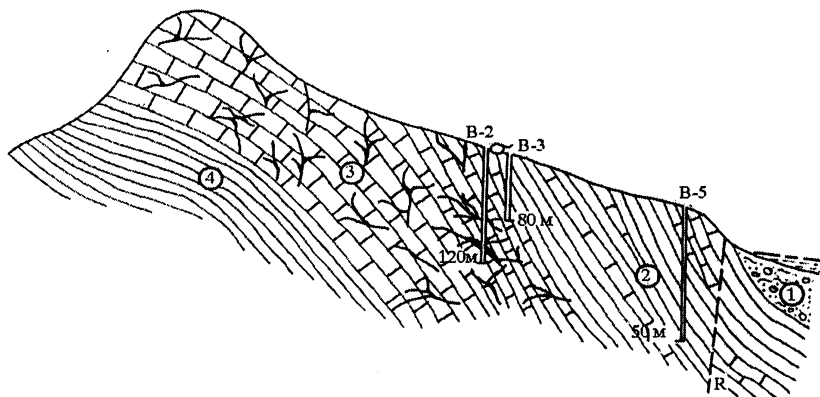
Сл. 2. Хидрогеолошки профил на изворите Лукар 1 и 2. Кекиќ А. (1976).

1- андезитски пробод; 2-агломеративно-бечеидни туфови;  
3-горнокредни варовници ; 4-старопалеозоиски шкрилци.



Сл. 3. Геолошка карта за пошироката околина на изворот Студенчица. Кекиќ А. (1982) 1-Мермеризирани варовници; 2- филити и филитоиди (кварцно-серицитски, графитични и други шкрилци); 3-извор Студенчица; 4-елементи на падот на слојот; 5-вертикални раседи; 6-фотогеолошки расед.

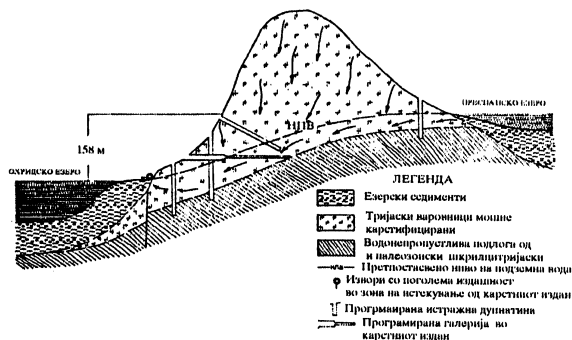
**Стар Дојран** исто така проблемот со водоснабдување успешно го решава со подземни води од карстниот издан формиран во палеозоиски мермери. Водоснабдувањето се врши со длабок бунар изработен на самиот контакт помеѓу палеозоиските шкрилци и мермери (Сл. 4).



Сл. 4. Шематски хидрогеолошки профил на Дерибашките мермери како меѓуслој во водонепропустлива средина. Кекиќ А. (1982) 1-езерски седименти; 2-аргилошисти, глиновити шкрилци и филити со прослојци од мермеризирани варовници; 3-палеозоиски карстифицирани мермеризирани варовници; 4-глиновити шкрилци, аргилошисти и песочници.



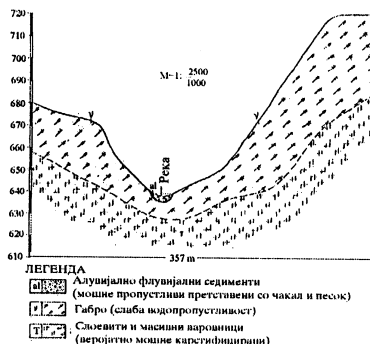
Охрид дел од своето водоснабдување особено во летната сезона го решава со подземни води од карстен издан кој е формиран во карстифицирани тријаски варовници кои ја изградуваат планината Галичица (Сл.5).



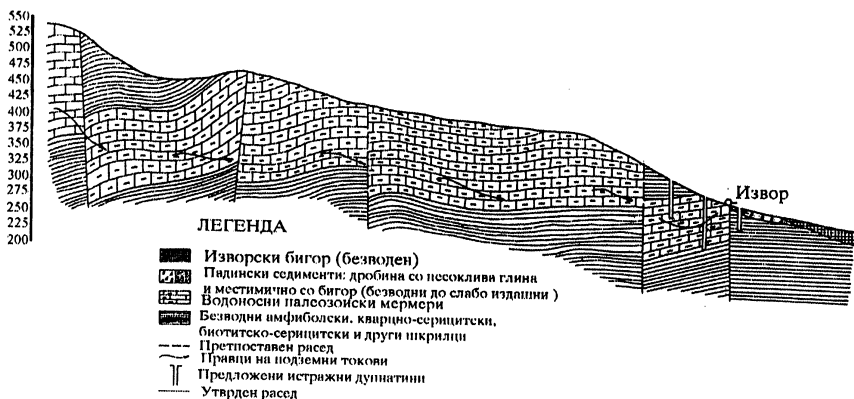
Сл.5. Шематски хидрогеолошки профил од Охридско до Преспанско Езеро преку планината Галичица Кекиќ А. (1978).

Гевгелија проблемот за водоснабдување со квалитетна планинска чиста вода може успешно да го реши со искористување на подземните води од карстниот тип на издани формирани во карстифицираните тријаски банковити и масивни варовници и прекамбриските мермери и циполини од планината Кожуф.

Валандово исто така своето перспективно снабдување со вода треба да го решава со искористување на подземните води од карстните издани кои се формирани во старопалеозојските мермери северозападно од Валандово (Сл. 7) и од изданите во карстот на просторот околу Анска Река.



Сл. 6. Хидрогеолошки профил на зафатот на извориштето Хума 2. на Планината Кожуф. Кекиќ А. и Мирчовски В. (во печат).



Сл. 7. Хидрогеолошки профил по мермерниот гребен над Валандово Кекиќ А. и Мирчовски В. (2003).

## КВАЛИТЕТ НА ВОДИТЕ ОД КАРБОНАТНИТЕ КАРПИ

Карбонатните терени на подрачјето на Македонија воглавно претставуваат планински подрачја, практично ненаселени или многу малку населени. Тие се без индустрија или со многу слабо развиена индустрија која најчесто е главниот загадувач на површинските вода а преку нив и на подземните.

За сега подземните води во Република Македонија акумулирани во карбонатниот карст воглавно се незагадени, но бидејќе се надеваме дека индустријата во иднина би требало да има експанзија треба постојано да се укажува на проблемите во врска со загадувањето на овие води. Треба да се посвети внимание на загадувањето на реките кои поминуваат низ карстифицираните карбонатни терени, посебно во оние делови на нивниот тек каде се јавуваат како стални или повремени понорници.

Хемискиот состав и минерализацијата на подземните води од карбонатните карпи се одредени од литолошко минералниот состав на карстифицираните карпи, хидродинамичката зонален, хемискиот, биохемискиот и други процеси.

Подземните води во карбонатниот карст (варовници, доломити и мермери) во зоната на интезивната водозамена, обично се малку минерализирани води од хидрокарбонатната класа, калциумската група ( $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ ), а во доломитите хидрокарбонатна класа, калциумско-магнезиска група ( $\text{HCO}_3 - \text{Ca-Mg}$ ). Во подлабоките геолошки структури, во зоната на успорена водозамена, се среќаваат високоминерализирани води а исто така и расоли од хлоридната класа, натриумска и калциумска група ( $\text{Cl-Na-Ca}$ ).

Со досегашните истражувања е утврдено да проточните изворски води од карстните терени редовно се со мала минерализација а исто така се со помала твр-

дина од водите кои циркулираат во подлабоките делови. На плинната Кожуф изворските карстни води се меки ( $7 \text{ dH}^\circ$ ), додека тврдината на водата од карстната акумулација кај Стар Дојран е  $14 \text{ dH}^\circ$ , иако карстниот терен на Кожуф зафаќа поголема површина. Ист е случајот и со изворот Студенчица каде тврдината на водата е уште помала од онаа на Кожуф иако околу изворот се простира огромна карстна маса. Значи дека минерализацијата на водата од карбонатните карпи зависи од времето колку атмосферските води се задржуваат во карстните издани пред тие да се појават во изворите.

## ЗАКЛУЧОК

Треба да се посвети поголемо внимание на истражувањето на подземните води од карбонатните карпи бидејќи тие во себе акумулираат големи количини на чиста вода, која треба да се искористи во иднина за водоснабдување на населените места во Република Македонија.

Подземните води од карбонатните карпи се карактеризираат со висок квалитет бидејќи тие не се загадени и треба во иднина да се посвети поголемо внимание на нивната заштита од можно загадување.

## Литература

- Драгишиќ, В., 1997: Општа хидрогеологија. Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Институт за хидрогеологију.
- Ѓузелковски, Д., 1997. Подземните води (издан) за решавање на водоснабдувањето во Р. Македонија и нивната заштита. Институт-Геохидропроект Скопје.
- Ѓузелковски, Д., Котевски, Ѓ., 1977: Хидрогеолошка карта на Република Македонија 1:200 000. Геолошки завод, Скопје
- Кекиќ, А., 1986: Геологија и хидрогеологија на Полошката котлина и потеклото на водата од изворите Рашче. Докторска дисертација.
- Кекиќ, А., 1976: Прилог познавању карста и карстне издани на горњем сливу реке Бошаве. Југословенски геолошки конгрес, 4, 71-94, Љубљана.
- Кекиќ, А., 1978: Карстот и подземните води на планината Галичица. Извештај. Геохидропроект Скопје.
- Кекиќ, А., 1982: О подземним водама у карстним теренима. Зборник на реферати на ВИИ југословенски симпозиум за хидрогеологија и инженерска геологија.
- Kekic, A., Mircovski, V., 2003: Hydrogeological characteristics of the karst in the vicinity of Valandovo and the possibilities for water supply. *Geologica Macedonica*. Vol 17, pp 65-71. Stip.
- Филиповиќ, Б., 1980: Методика хидрогеолошких истражувања. Научна књига Београд.